

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



DOCKET NO.: 51876P232

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

WON-ICK JANG, ET AL.

Application No.: 09/753,065

Filed: December 29, 2000

For: **STICTION-FREE
MICROSTRUCTURE RELEASING
METHOD FOR FABRICATING
MEMS DEVICE**

Art Group: 1765

Examiner: Vinh, Lan

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	2000 67065	13 November 2000

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

Dated: March 29, 2004

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800



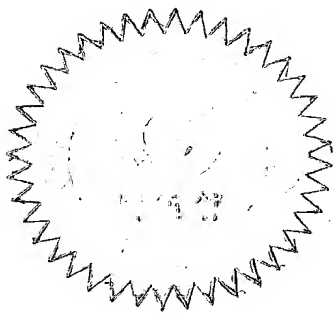
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office.

출원 번호 : 특허출원 2000년 제 67065 호
Application Number

출원 년 월 일 : 2000년 11월 13일
Date of Application

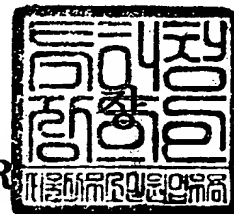
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s)



2000 년 12 월 06 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】 특허출원서
【권리구분】 특허
【수신처】 특허청장
【제출일자】 2000.11.13
【발명의 명칭】 멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법
【발명의 영문명칭】 Stiction-free release method of microstructure for fabrication of MEMS device
【출원인】
【명칭】 한국전자통신연구원
【출원인코드】 3-1998-007763-8
【대리인】
【성명】 특허법인 신성 정지원
【대리인코드】 9-2000-000292-3
【포괄위임등록번호】 2000-051975-8
【대리인】
【성명】 특허법인 신성 원석희
【대리인코드】 9-1998-000444-1
【포괄위임등록번호】 2000-051975-8
【대리인】
【성명】 특허법인 신성 이지연
【대리인코드】 9-2000-000058-6
【포괄위임등록번호】 2000-051975-8
【발명자】
【성명의 국문표기】 장원익
【성명의 영문표기】 JANG, Won Ick
【주민등록번호】 610415-1674316
【우편번호】 305-333
【주소】 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 108-701
【국적】 KR
【발명자】
【성명의 국문표기】 최창익
【성명의 영문표기】 CHOI, Chang Auck
【주민등록번호】 540218-1675413

【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 99 한빛아파트 102-1001
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	전치훈
【성명의 영문표기】	JUN, Chi Hoon
【주민등록번호】	590718-1690812
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 160-1 한울아파트 108-404
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM, Youn Tae
【주민등록번호】	570415-1067426
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 160-1 한울아파트 110-106
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이명래
【성명의 영문표기】	LEE, Myung Lae
【주민등록번호】	661027-1109917
【우편번호】	305-350
【주소】	대전광역시 유성구 가정동 236-1
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM, Yun Tae
【주민등록번호】	570415-1067426
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 160-1 한울아파트 110-106
【국적】	KR

【신규성주장】**【공개형태】**

간행물 발표

【공개일자】

2000.09.18

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

특허법인 신성 정지원 (인) 대리인

특허법인 신성 원석희 (인) 대리인

특허법인 신성 이지연 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

6 면 6,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

10 항 429,000 원

【합계】

464,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

232,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 신규성(출원시의 특례)규정을 적용받기 위한 증명서류_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 기판(substrate)과 미세구조체(microstructure) 사이에 있는 중간층인 희생산화막을 식각하여 고착현상(stiction)이나 잔류물질(residues) 없이 기판으로부터 미세구조체를 완전하게 분리시켜 띄우는 방법으로서, 특히 멤즈(MEMS: Micro Electro Mechanical System)소자의 제조에 응용하기 위한 방법에 관한 것으로, 불화수소와 버블링한 알코올 증기를 공급하는 단계; 상기 불화수소 및 알코올의 공급장치 및 이동통로를 알코올의 끓는 점 이상으로 유지하는 단계; 온도와 압력을 조절하여 물의 상평형도에 있어서 증기상영역에서 기상식각 공정을 수행하는 단계; 및 미세구조체 막 하부의 희생산화막을 제거하는 단계를 포함하는 멤즈(MEMS; Micro Electro Mechanical System)소자 제조용 미세구조체를 띄우는 방법이다. 본 발명에 따라 단결정 또는 다결정 실리콘의 구조체 하부에 있는 여러가지 희생산화막을 고착현상이나 잔류물질 없이 제거하여 멤즈 소자 제조용 미세구조체를 띄울 수 있다.

【대표도】

도 2

【색인어】

멤즈소자용 미세구조체, 희생산화막, 고착현상, 잔류물질

【명세서】

【발명의 명칭】

멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법{Stiction-free release method of microstructure for fabrication of MEMS device}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래기술에 따른 미세구조체의 제조공정 중 고착현상과 잔류물질이 발생한 단면을 보이는 사진,

도 2는 일반적인 물의 상평형도,

도 3은 본 발명의 일실시예에서 사용된 기상식각 장치의 단면도,

도 4는 희생산화막의 종류에 따른 식각속도 그래프,

도 5는 종래기술에 따른 미세구조체의 제조공정 중 응축에 의해 고착현상과 잔류물질이 발생한 것을 보여주는 SEM 사진,

도 6는 본 발명에 따라 고착현상과 잔류물질 없이 띄워진 캔티레버를 보여주는 사진,

도 7은 본 발명에 따라 멤브레인 하부에서 식각중인 산화막 패턴을 보여주는 사진,

도 8은 본 발명에 따라 고착현상과 잔류물질 없이 띄워진 스프링을 보여주는 사진,

도 9는 본 발명에 따라 제조된 다결정실리콘 자이로스코프를 보여주는 사진,

도 10은 본 발명에 따라 제조된 SOI형 자이로스코프를 보여주는 사진,

도 11은 본 발명에 따라 제조된 광스위치를 보여주는 사진,

도 12는 본 발명에 따라 제조된 광필터를 보여주는 사진.

* 도면의 주요 부분에 대한 세부 명칭 설명 *

101: 고착현상(stiction)

102: 잔류물질(residues)

301: 시료 준비실(load lock chamber)

302: 반응실(etch chamber)

303: 가스공급계(gas delivery system)

304: 진공 펌프(vacuum pump)

305: 웨이퍼

306: LM 가이드(LM guide)

307: 로봇릭 아암 (robotic arm)

308: 게이트 밸브(gate valve)

309: 기판(substrate)

310: 3핀 리프트(3-pins lifter)

311: 히터(heater)

312: 트로틀 밸브(throttle valve)

313: 자동 유량조절기(mass flow controller)

314: 가열패드(heating pad)

315: 버블러(bubbler)

316: 니들밸브(needle valve)

317: 방지재 (baffle)

318: 샤워헤드(shower head)

319: 압력게이지(pressure gauge)

320: 잔류물질분석기 (residual gas analyzer)

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <36> 본 발명은 단순한 반도체 장치의 산화막(silicon oxide) 식각방법이 아니라 기판(substrate)과 미세구조체(microstructure) 사이에 있는 중간층인 희생층 산화막을 식각하여 고착현상(stiction)이나 잔류물질(residues) 없이 기판으로부터 미세구조체를 완전하게 분리시켜 띄우는 방법으로 표면 마이크로머시닝(surface micromachining)으로 멤즈(MEMS: Micro Electro Mechanical System)소자를 제조하는 방법에 관한 것이다.
- <37> 일반적으로 산화막을 희생층으로 사용하고 실리콘을 미세구조체로 사용하는 경우에는 대부분 불화수소(HF) 용액을 사용하여 습식식각 (wet etch)으로 산화막을 제거한 후, 탈이온수(DI water), 메탄올(methanol), 이소프로필 알콜(isopropyl alcohol 또는 2-Propanol) 등의 세척액으로 잔류 불화수소 용액을 세정(rinse)하여 제거하는 방법을 사용한다.

<38> 그러나 이러한 방법을 사용하는 경우, 상기 세척액을 증발시키는 건조(drying) 과정에서 미세구조체와 기판 사이에 있는 마이크론 단위의 미세한 틈(gap)에 세척액이 잔류하게 되며, 이로 인한 표면장력(surface tension)에 의하여 모세관 힘(capillary force)이 발생하게 된다. 만약 이 힘이 미세구조체에서 발생하는 복원력보다 크게 되면 미세구조물이 일시적으로 기판에 부착하는 현상이 일어나며, 이러한 일시적인 부착현상은 잔류 세척액이 완전히 증발하더라도 반데르발스 힘(van der Waals force), 정전력(electrostatic force), 수소 브리징(hydrogen bridging) 등에 의해 영구적인 표면 부착 현상으로 바뀌는데, 이를 고착현상(stiction)이라 한다.

<39> 또한 불화수소 가스와 메탄올, 이소프로필 알코올과 같은 알코올이 서로 반응하면 화학 반응에 의해 필연적으로 물(H_2O)이 발생하게 되는데, 이때 제거중인 산화막과 기화중인 물방울이 서로 만나면서 응축(condensation) 현상으로 인하여 기판 위에 기화되지 않는 여러 가지 잔류물질을 남기게 된다. 이러한 고착현상과 잔류물질이 발생한 것을 보여주는 사진을 하기 도 1에 나타내었다.

<40> 일반적인 기상 식각 공정에 의한 SEM 사진을 도 5에 나타내었다. 식각된 표면위에 찌꺼기(scum), 측면 중합(side wall polymerization), 불화수소 장식(decoration)으로 인해 희생층인 산화막이 완전히 식각되지 않고 고착현상과 잔류물질이 발생된 것을 볼 수 있다.

<41> 상기한 바와 같은 고착현상과 잔류물질의 발생을 방지하기 위하여 많은 연구들이 진행되어 왔다. 초기에는 실리콘을 거칠게 만들어 표면적을 넓혀 접촉면을 감소시키거나, 실리콘을 비친수성(hydrophobic)이 되도록 NH_4F 처리를 하는 방법들이 제시되었으나 이러한 경우 재현성 있게 미세 구조체를 띄울 수 없었다. 또 최근에는 세척액을 초임계 영역

으로 이동시켜 기체와 액체의 중간상태(fluid)로 변환시킨 후 일정온도에서 압력을 낮추어 초임계 유체로의 상전이 특성을 이용하는 초임계 이산화탄소 건조(supercritical CO₂ drying) 방법 (도 2 에서의 A->B 경로), 세척액을 고체로 만들어 액체상태를 거치지 않

고 승화물질인 t-부틸 알코올, p-DCB (dichlorobenzene) 등에 의한 승화(sublimation)

방법 (도 2 에서의 A->C 경로)등이 개발되었으나, 이러한 방법들은 완전하게 물을 제거

하지 못하거나, 재현성 있게 미소 실리콘 구조체를 띄울 수 없거나, 공정이 매우 복잡하

고 시편을 다루기가 매우 힘들어 비경제적어서 대량생산을 위하여 적합하지 못하다는 문제

제점이 있어왔다.

<42> 따라서 현재 고착현상과 잔류물질의 생성이 없이, 간단한 건식 공정으로 미세구조를 제

현성있게 또한 효과적으로 띄우기 위한 방법의 개발이 요청되고 있는 실정이다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<43> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 희생산화막의 식각을 위하여 무수 불화수소 가스와 알코올 증기를 이용하고, 온도와 압력에 따른 물의 열역학적 성질을 이용하여 고착현상이나 잔류물질 없이 미세구조체를 완전히 분리시켜 띄우는 새로운 방법을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<44> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 무수 불화수소와 버블링한 알코올 증기를 공급하는 단계; 상기 무수 불화수소 및 알코올의, 공급장치 및 이동통로를 알코올의 끓는

점 이상으로 유지하는 단계; 온도와 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여 기상식각 공정을 수행하는 단계; 및 미세구조체 막 하부의 회생산화막을 제거하는 단계를 포함하는 멤즈(MEMS; Micro Electro Mechanical System)소자 제조용 미세구조체를 띄우는 방법을 제공한다.

<45> 상기 식각 공정 수행시 압력은 25-75torr 로 하는 것이 온도는 25-80℃로 하는 것이 바람직하다. 또한 상기 기상식각 공정을 수행하기에 앞서 상기 산화막의 일부를 습식식각 방법으로 식각하는 단계를 부가적으로 포함하는 것도 가능하고, 상기 회생산화막이 TEOS, LTO, PSG, BPSG 또는 열산화막(thermal oxide) 중 선택된 1종 이상을 사용하는 것이, 상기 알코올은 메탄올, 이소프로필 알코올, 에탄올 중 1종 이상을 사용하는 것이 바람직하다. 또한 상기 멤즈 소자는 적층 또는 단결정 실리콘 구조일 수 있다.

<46> 또한 본 발명은 멤즈소자의 미세구조체를 위한 회생산화막 제거방법에 있어서, 반응실내의 온도 및 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여, 무수 불화수소 및 알코올에 의한 기상식각 공정으로 상기 회생산화막을 제거하는 것을 특징으로 하는 방법을 제공한다.

<47> 상기 멤즈 소자의 미세구조체를 위한 회생산화막 제거방법에 있어서, 상기 반응실의 압력은 25-75torr로 하는 것이, 온도는 25-80℃로 하는 것이 바람직하다. 식각시의 압력이 25torr이하이거나 온도가 80℃이상이 되면 식각이 늦거나 진행되지 않으며, 압력이 75torr이상이거나 온도가 25℃이하가 되면 응축이 빠르게 진행되어 바람직하지 않다.

<48> 이하, 첨부된 도 3을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

<49> 본 발명의 일실시예로서 사용된 도 3의 기상식각 장치는 외부와 차단된 시료 준비실(301), 식각 공정을 수행하는 반응실(302), 가스공급계(303), 진공펌프(304), 제어계로 구성되어 있다. 본 기상식각 장치의 특징 중 하나는 불화수소의 공급장치인 가스실린더 뿐만 아니라 반응실까지의 이동통로 및 알코올 버블러(315)에서 반응실(302)까지의 이동통로는 온도를 100℃로 유지하여 알코올이 질소에 의해 기화되어 반응실(302)까지 응축되지 않고 잘 도착할 수 있도록 하였다는 점이다. 만약 알코올의 끓는점(예; 메탄올 64.6℃, 이소프로필 알코올 82.7℃) 이하의 온도가 되면 불화수소 가스나 알코올 증기가 반응실(302)에 도달하지 못하고 가스라인 내벽에서 일부 응축되거나, 긴 시간 동안 차가운 라인상에서 응축되면 나중에 가스라인 내벽을 따라 완전히 액체 기둥(column)이 형성되어 유량조절도 정확히 되지 않게 될 수 있기 때문에 이를 방지하기 위한 것이다. 또한 반응시 발생하는 물이 응축되지 않도록 반응실 또한 가열히터에 의하여 가열되도록 하고 있으며, 또한 본 장치의 반응실(302)와 배기관 내부는 불화수소 가스에 의해 부식(corrosion)이 되지 않도록 테프론 코팅(teflon coating)이 되어 있다.

<50> 이러한 장치에 의하여 상기한 바와 같이 화학반응시 발생하는 많은 물 가운데 일부는 알코올과의 반응에 의하여 기화되고, 나머지 물은 반응실 전체를 가열하여 기판의 온도를 높여 잔류된 물이 기판 위에 응축되지 않고 완전히 기화됨으로써 물의 상평형도(도 2)의 A→D 경로를 통하여 고착현상이나 잔류물질 없이 완전히 분리되어 띄워진 미세구조체를 제조하는 것이 가능하게 되는 것이다.

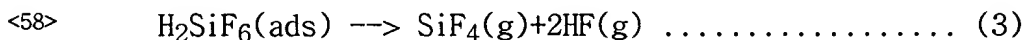
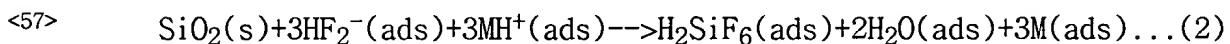
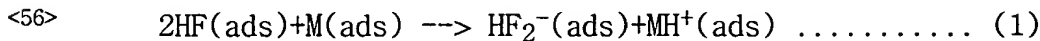
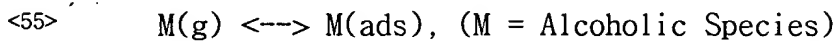
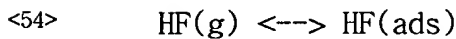
<51> 본 장치를 통하여 멤즈 소자용 미소구조체를 띄우는 방법을 구체적으로 살펴보면, 우선 반응실내로 웨이퍼(305)를 입출력할 때는 먼저 반응실(302)에 질소를 넣어 대기압

상태로 만든다. 그 다음은 시료 준비실(301)에 있는 LM 가이드(306)에 부착되어 있는 로봇릭 아암(307) 위에 웨이퍼(305)를 놓고 게이트 밸브(308)를 통해 반응실(302)로 넣는다. 이 때 기관(309)에 위치한 3핀 리프트(310)가 웨이퍼(305)를 들고 난 후에 로봇릭 아암(307)을 빼낸다. 동시에 3핀 리프트(310)가 내려가 반응실 내의 히터(311) 위에 장착된 기관(309)위에 웨이퍼(305)를 놓는다. 다시 진공펌프(304)로 반응실(302)을 진공상태로 배기하고 기관(309)이 공정 온도에 도달하고 트로틀 밸브(312)에 의해 공정 압력에 도달하면 공정 가스들을 반응실(302)로 넣는다. 산화막의 식각은 자동 유량조절기(313)에 의해 공급되는 무수 불화수소와, 캐리어 가스(carrier gas)를 알코올 버블러(315)에 주입하여 발생하는 알코올 증기를 사용한다. 즉 무수 불화수소는 가열패드(314)로 둘러 쌓여 일정온도가 유지된 가스 실린더(gas cylinder)에서 일정압력 10psi로 가스를 공급한다.

<52> 그리고 캐리어 가스인 비활성 기체 또한 자동 유량조절기(313)에 의해 원하는 유량과 속도로 조절하여 알코올 버블러(315)에 넣으면 기화된 알코올이 출구에 있는 압력 조절용 니들밸브(316)에 의해 원하는 압력으로 항상 일정하게 유지되면서 불화 수소와 동시에 방지재(baffle, 317)로 주입되고, 주입가스를 균일하게 공급하도록 해주는 샤워헤드(shower head, 318)를 지나 반응실(302)로 공급된다. 이때 버블러의 압력이 변동하여 공정 중에 알코올의 공급량이 변하면 산화막 식각율에 결정적으로 영향을 미쳐 불화수소의 분압이 변하므로 주의해야 한다. 알코올 버블러의 전체 압력이 변한다는 것은 평형상태에서 알코올의 분압이 포화압력(saturated pressure)으로 일정하다고 가정하면 버블러의 압력은 질소의 분압과 알코올의 분압의 합이므로 질소의 분압이 변하게 되고, 결국, 전체적인 공정압력이 동일할 때 불화수소, 알코올, 질소에 대한 분압이 변동하게 된

다. 따라서 회생층 식각율에 결정적으로 영향을 미치는 불화수소의 분압이 변하면서 식각율은 불화수소 분압의 제곱과 알코올 분압의 곱에 비례하므로 식각율이 달라진다.

<53> 산화막 식각 과정을 화학반응식으로 나타내면 다음과 같다.



<59> 먼저 산화막 기판에 흡착된 불화 수소와 알코올은 반응식(1)과 같이 HF_2^- 로 이온화되며, 이 흡착된 HF_2^- 식각에서와 같이 가장 중요한 식각 반응 인자이다. 이 식각 과정에서의 다른 부산물로서 반응식(2)에서와 같이 H_2SiF_6 를 생성시킨다. 이것은 반응식(3)에서 보듯이 가스 상태인 SiF_4 와 HF 로 분해되어 기판 위에 잔류물을 발생시키지 않고 물이나 알코올처럼 기화되어야 하며, 잔류물의 생성을 억제하기 위해서는 무수 불화수소의 분압을 상승시켜 물의 함량을 낮추거나 또는 웨이퍼의 온도를 높이는 것이 바람직하다. 한편, 반응식에서의 산화막 식각율은 흡착된 무수 불화수소와 알코올의 분압에 의해 주로 좌우되며, 이 분압은 두 물질의 사이의 이온화 반응을 지배하게 된다.

<60> 하기 도 4는 무수 불화수소와 이소프로필 알코올을 사용하여 공정조건은 압력이 50torr, 온도가 25℃ 에서 기상식각시 공정시간에 따른 여러가지 회생층 산화막인

LTO(Low Temperature Oxide), TEOS (tetraethylorthosilicate) 산화막, PECVD 산화막 및 PSG(phosphosilicate glass)의 식각율을 나타낸 것이다. 다른 산화막 보다 PSG 위에 반응물질(reactant species)이 많이 흡착되기 때문에 식각율이 가장 높은 것을 알 수 있다.

<61> 이하에서 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 기술하고자 한다.

<62> (실시예 1)

<63> 도 3에 나타낸 장치를 이용하여, 공정 압력을 50torr로 하고, 공정온도를 35℃로 하고 가열히터를 100℃로 유지하여 공정을 진행하였다.

<64> 우선 반응실(302)에 질소를 넣어 대기압 상태로 만든 후, 웨이퍼를 게이트 밸브 (308)를 통해 반응실(302)로 넣어, 반응실 내의 히터(311) 위에 장착된 기판(309)위에 웨이퍼(305)를 놓았다. 진공펌프(304)로 반응실(302)을 진공상태로 배기한 후, 기판 (309)의 온도가 35℃에 도달하고 트로틀 밸브(312)에 의해 압력이 50torr 에 도달한 후, 무수 불화수소와, 캐리어 가스(carrier gas)인 질소를 알코올 버블러(315)에 주입하여 발생하는 알코올 증기를 반응실(302)로 넣었다. 무수 불화수소는 가열패드(314)로 둘러 쌓여 40℃가 유지된 가스 실린더(gas cylinder)에서 10psi압력으로 가스를 공급하였고, 질소는 자동 유량조절기(313)에 의해 1,000sccm으로 조절하여 이소프로필 알코올 버블러 (315)에 넣었다. 기화된 이소프로필 알코올이 출구에 있는 압력 조절용 니들밸브(316)에 의해 10psi로 일정하게 유지되면서 불화 수소와 동시에 샤워헤드(shower head, 317)로 주입되어 반응실(302)로 공급되었다.

<65> 상기 압력에서 물은 온도가 40℃ 이상 되어야 증기로 기화되고, 알코올은 온

도가 10℃ 이상에서 증기압이 공정압력 보다 높기 때문에 같은 온도에서 물보다 먼저 기화될 것이므로, 공정온도는 기판의 온도가 증가하면 희생층 산화막의 식각율이 감소되므로 35℃로 선정하였으며, 반응실 내부 온도가 기판의 온도 보다 높은 온도로 유지되도록 하여 공정중에 발생하는 물이 응축시키지 않고 기화상태에서 배기할 수 있도록 하기 위하여 식각 공정동안 반응실 전체를 감싸고 있는 히터를 100℃로 유지하였다.

<66> 공정을 수행한 결과, 도 6과 같이 1200 μm 의 긴 캔틸레버(cantilever)형 미세구조체를 제작할 수 있었다.

<67> 또한 동일한 조건에 의하여, 밀폐된 1.7 μm 두께의 다결정실리콘 멤브레인(membrane) 위에 5 μm 간격으로 배열된 1 μm 지름의 구멍을 통하여 4 μm 두께의 LT0 \cdot 희생층을 고착현상이나 잔류물질 없이 제거되어 가는 과정을 도 7에 나타내었다.

<68> (실시예 2)

<69> 실시예 1과 동일한 조건에 의하여 공정을 수행한 결과, 12 μm 두께의 다결정실리콘으로 스프링(spring)을 완벽하게 띄울 수 있었으며, 결과의 SEM사진을 도 8에 나타내었다.

<70> (실시예 3)

<71> 실시예 1과 동일한 조건으로 공정을 수행하여 도 9에 나타낸 SEM 사진과 같이 8.6 μm 두께의 다결정실리콘으로 구성된 자이로스코프를 띄울 수 있었다.

<72> (실시예 4)

<73> 공정 압력을 25torr로 낮춘 것을 제외하고는 실시예 1 과 동일한 방법으로 공정을 수행한 결과, 실시예 1 내지 4 에서와 동일한 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

<74> (실시예 5)

<75> SOI 웨이퍼를 이용한 자이로스코프의 희생층인 열 산화막(thermal oxide)에 대한 습식 식각을 행한 후에 실시예 1과 동일한 방법으로 기상 식각을 행하였다. 여러가지 희생 산화막 중 열 산화막은 기존의 TEOS 산화막 보다 박질(film quality)이 치밀(dense)하기 때문에 습식 식각을 통하여 일차적으로 필요한 두께만큼 습식식각한 후에 기상식각을 수행하였다. 그 결과, 8 μ m 두께의 SOI 구조의 실리콘으로 구성된 자이로스코프를 고착현상 없이 띄울 수 있었고 그 결과를 도 10에 SEM 사진으로 나타내었다.

<76> 상기 실시예 이외에도 본 발명에 의한 기상식각 방법에 의하여 도 11의 광스위치(optical switch)와 도 12의 광필터(optical filter)와 같은 여러가지 멤즈(MEMS)소자용 미세 구조체를 고착현상이나 잔류물질 없이 재현성 있게 띄울 수 있었다.

<77> (비교실시예 1)

<78> 액체 영역(A)인 압력이 50torr, 온도가 25℃인 공정조건에서 다른 조건은 실시예 1 과 동일하게 하여 실험을 수행하였다. 공정 후, 시편의 표면을 육안으로 살펴보았더니, 지름이 동일한 크기의 물기가 마른 흔적들이 규칙적으로 분포되어 있었다. 이는 가스가 지나가는 관에서 샤워헤드(317)부분 사이에 불화수소와 알코올의 화학반응으로 인하여 물

이 발생되어, 이 물이 시편 표면에 떨어졌다가 부분적으로 기화되면서 흔적을 남긴 것으로 보인다.

<79> (비교실시에 2)

<80> 비교실시에 1과 동일한 공정조건에서 공정압력을 75torr까지 증가시켜 실험한

결과, 전체적으로 시편 위에 더 많은 물기의 흔적이 보였다.

<81> 이러한 미소 구조체의 고착현상과 잔류물질을 방지하기 위한 방법으로서 공정 중에

발생되는 물을 제거하기 위하여 물의 상평형도에서 압력을 낮추거나 온도를 증가시켜 물

의 증기상 영역에서 공정을 수행하는 것이 매우 효과적임을 상기 실시예를 통하여 확인

할 수 있었다.

<82> 본 발명에 있어서 무수불화수소의 분압을 조절하거나, 알코올의 종류 및 분압을 변

화시켜 식각율을 낮추거나 향상시킬 수 있다.

<83> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이

아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변형 및

변경이 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어

명백할 것이다.

【발명의 효과】

<84> 본 발명에 의한 무수 불화수소와 알코올을 이용한 기상식각 방법으로 단결정 또는

다결정 실리콘의 구조체 밑에 있는 여러가지 회생산화막을 고착현상이나 잔류물질 없이 제거하여 멤즈소자 제조용 미세 구조체를 띄울 수 있었다. 본 발명은 또한 무수 불화수소의 분압을 조절하거나, 사용하는 알코올의 종류 또는 분압을 변화시켜 식각율을 늦추거나 향상시킬 수 있어 멤즈 소자 제조시 응용범위가 넓고 제조공정이 매우 단순하여 재현성 있게 미소 실리콘 구조체를 띄울 수 있을 뿐만 아니라, 반도체 장치의 제조방법과 같이 자동화가 가능하므로 대량생산할 수 있는 경제적인 장점들을 가진다.

-어

-

【특허청구범위】**【청구항 1】**

무수 불화수소와 버블링한 알코올 증기를 공급하는 단계;

상기 무수 불화수소 및 알코올의, 공급장치 및 이동통로를 알코올의 끓는 점 이상으로 유지하는 단계;

온도와 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여 기상식각 공정을 수행하는 단계; 및

미세구조체 막 하부의 회생산화막을 제거하는 단계를 포함하는 맴즈(MEMS; Micro Electro Mechanical System)소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 식각 공정 수행시 압력을 25-75torr로 하는 것을 특징으로 하는 맴즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 식각 공정 수행시의 온도를 25-80℃로 하는 것을 특징으로 하는 맴즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 기상식각 공정을 수행하기에 앞서 상기 산화막의 일부를 습식식각 방법으로 식각하는 단계를 부가적으로 포함하는 멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

상기 희생산화막이 TEOS, LTO, PSG, BPSG 또는 열산화막(thermal oxide)인 멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서, 상기 알코올로 메탄올, 이소프로필 알코올, 에탄올 중 1-종 이상을 사용하는 멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서, 상기 멤즈소자가 적층이나 단결정 실리콘구조인 멤즈소자 제조용 미세구조체를 고착없이 띄우는 방법.

【청구항 8】

멤즈소자의 미세구조체를 위한 희생산화막의 제거 방법에 있어서, 반응실내의 온도가 25-80℃로 하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하는 방법. 그리고, 반응실내의 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여, 무수 불화수소 및 알코올에 의해 희생산화막을 고착없이 제거하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하는 방법. 그리고, 반응실내의 온도를 25-80℃로 하고, 반응실내의 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여, 무수 불화수소 및 알코올에 의해 희생산화막을 고착없이 제거하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하는 방법. 그리고, 반응실내의 온도를 25-80℃로 하고, 반응실내의 압력을 물의 상평형도의 증기상영역이 되도록 조절하여, 무수 불화수소 및 알코올에 의해 희생산화막을 고착없이 제거하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하는 방법.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서,

상기 반응실의 압력을 25-75torr로 하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하기 위한 희생산화막을 고착없이 제거하는 방법.

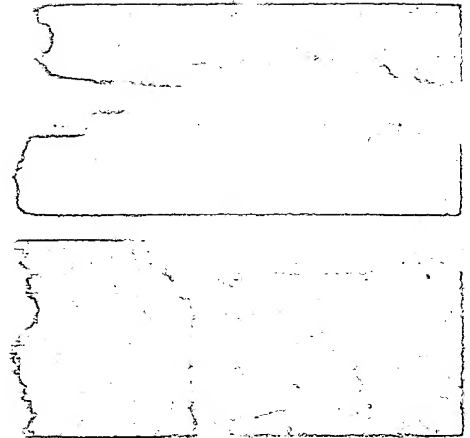
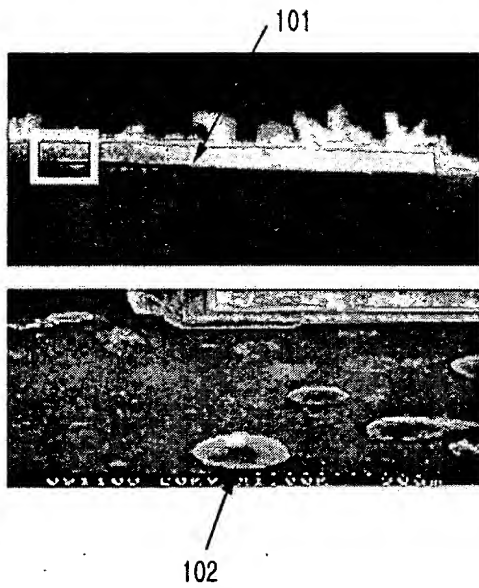
【청구항 10】

제 8 항에 있어서,

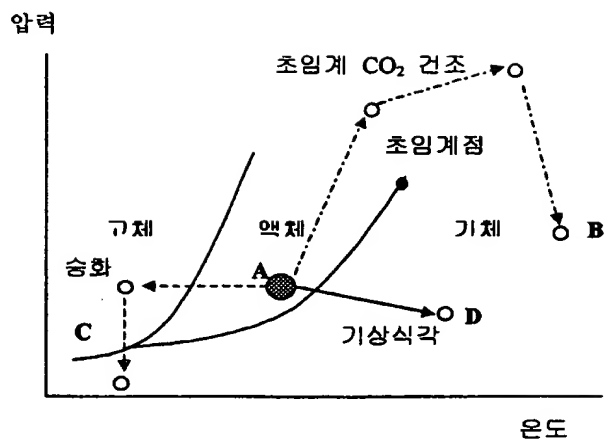
상기 반응실의 온도를 25-80℃로 하는 것을 특징으로 하는 멤즈소자의 미세구조체를 제조하기 위한 희생산화막을 고착없이 제거하는 방법.

【도면】

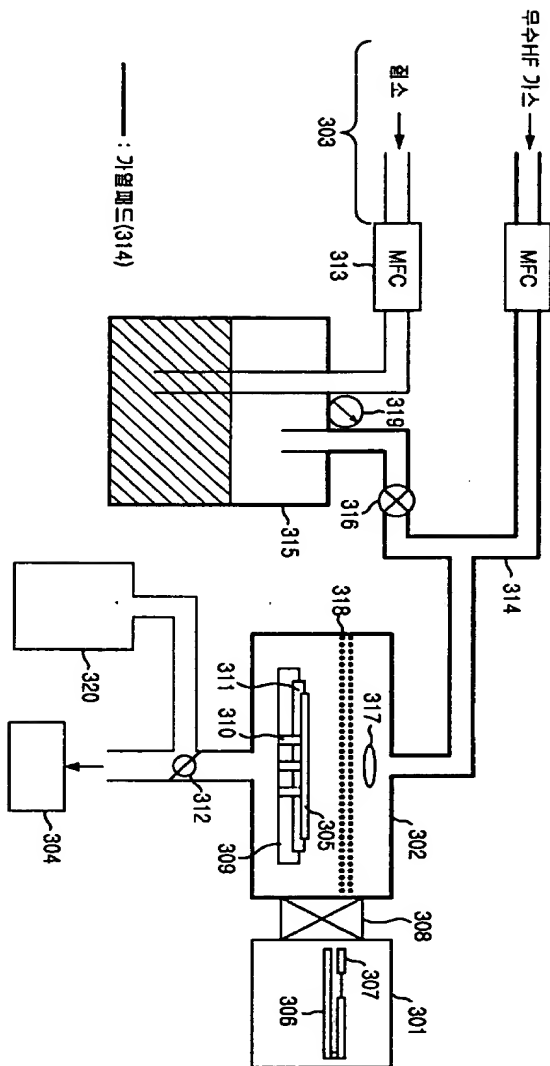
【도 1】



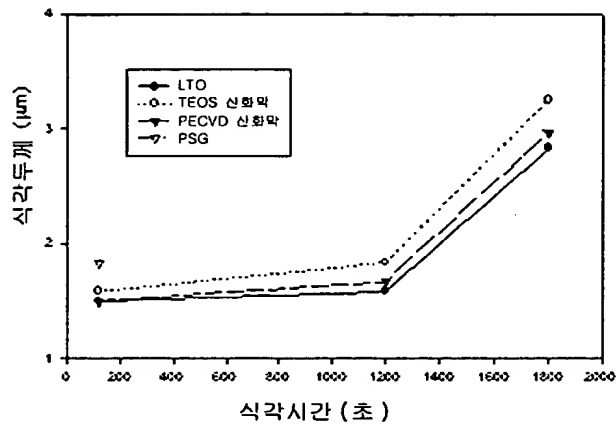
【도 2】



【도 3】



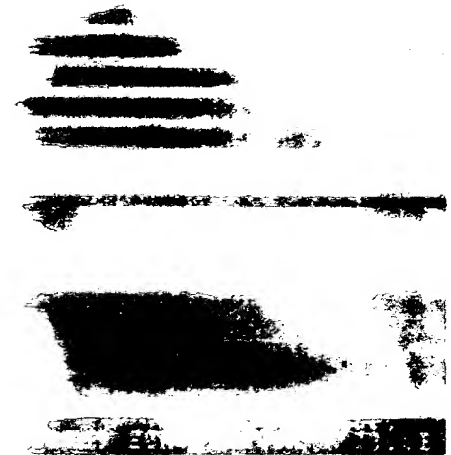
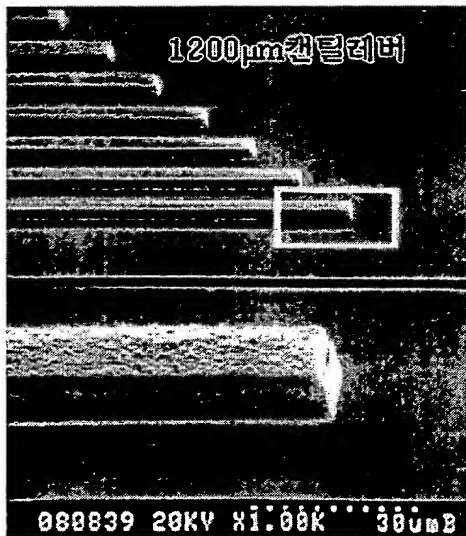
【도 4】



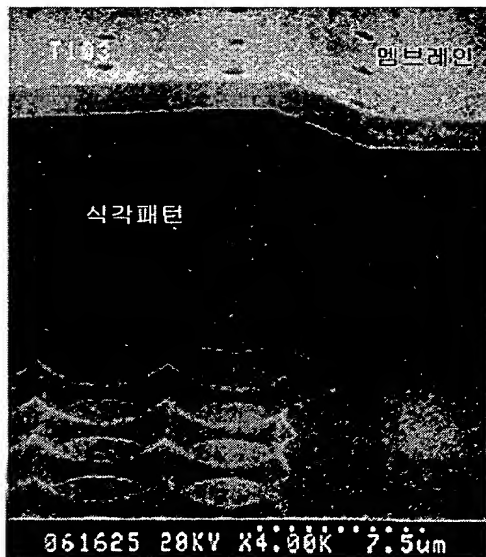
【도 5】



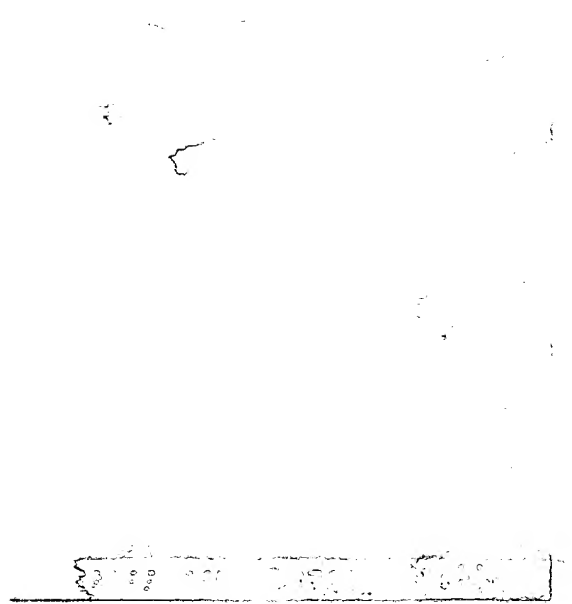
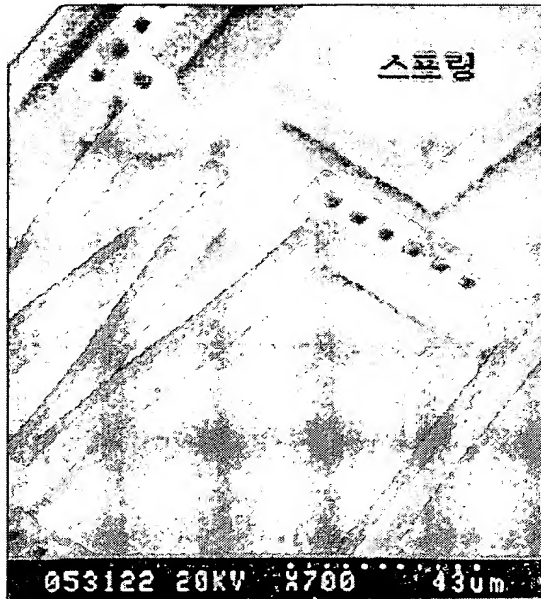
【도 6】



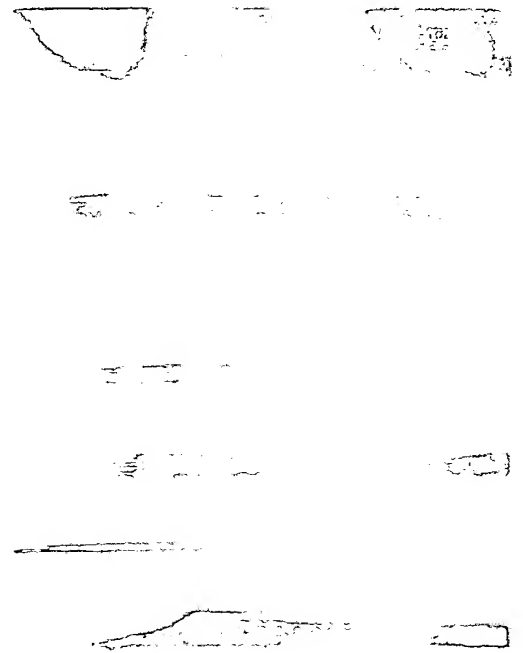
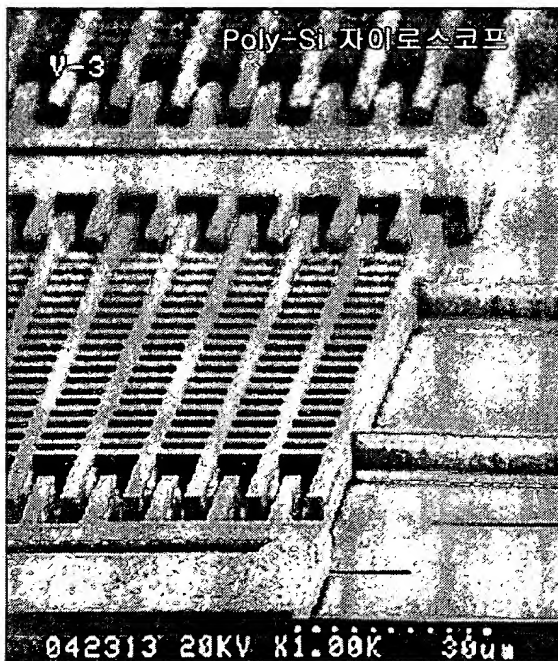
【도 7】



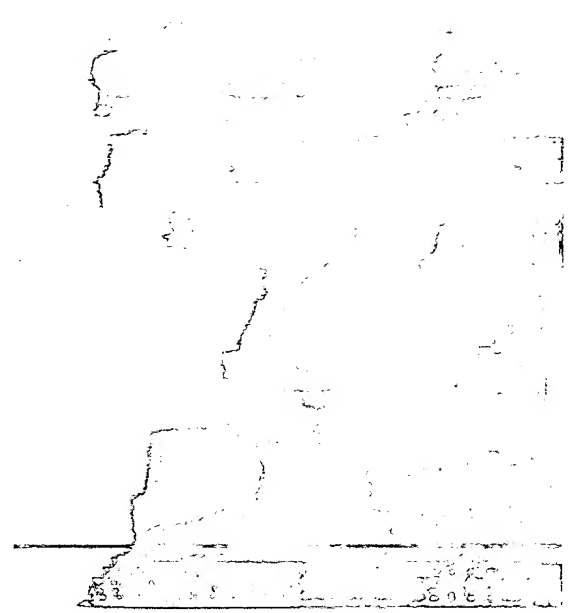
【도 8】



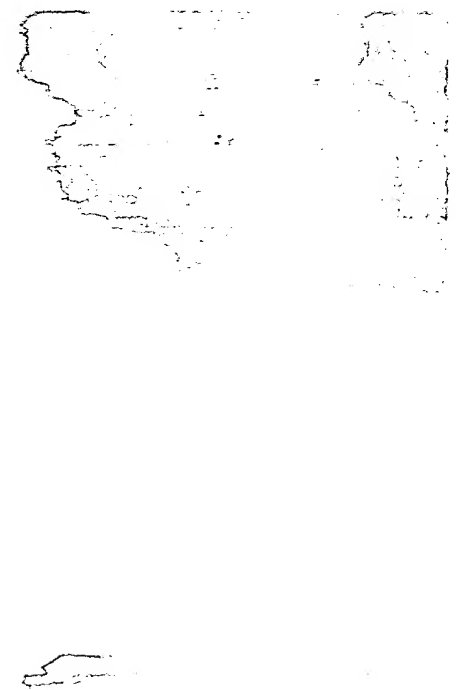
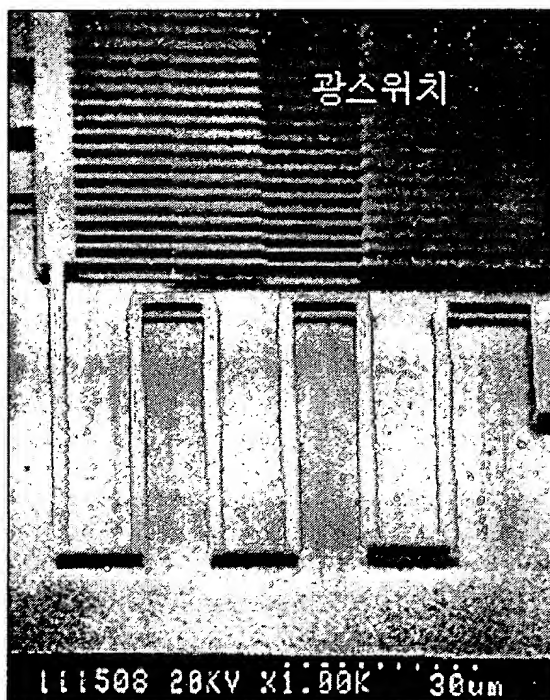
【도 9】



【도 10】



【도 11】



【도 12】

